

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2002年7月11日 (11.07.2002)

PCT

(10) 国際公開番号  
WO 02/054503 A1

(51) 国際特許分類<sup>7</sup>:

H01L 33/00

ゲー・エムー・ペー・ハー (LEUCHSTOFFWERK BREITUNGEN GMBH) [DE/DE]; D-98597 ブライトゥンゲン ランゲ ゾンメ 17 Breitungen (DE).

(21) 国際出願番号:

PCT/JP01/11628

(72) 発明者; および

(22) 国際出願日: 2001年12月28日 (28.12.2001)

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 太田 光一 (OTA,Koichi) [JP/JP]; 〒452-8564 愛知県 西春日井郡 春日町大字落合字長畑1番地 豊田合成株式会社 内 Aichi (JP). 平野 敦雄 (HIRANO,Atsuo) [JP/JP]; 〒452-8564 愛知県 西春日井郡 春日町大字落合字長畑1番地 豊田合成株式会社 内 Aichi (JP). 太田 昭人 (OTA,Akihito) [JP/JP]; 〒452-8564 愛知県 西春日井郡 春日町大字落合字長畑1番地 豊田合成株式会社 内 Aichi (JP). タッシュステファン (TASCH,Stefan) [AT/AT]; A-8380 イエナーシュトルフ アインゼンシュタッテルシュトラッセ 20 Jennersdorf (AT). パッフラー・ペーター (PACHLER,Peter) [AT/AT]; A-8010 グラーツ グラーツバッハガッセ 25 / 3 / 10 Graz (AT). ロット ゲンドウラ (ROTH,Gundula) [DE/DE]; D-17498 レーフェンハーゲン ドルフシュトラッセ 13 アーレベンハ根 (DE). テウス ヴァルター (TEWS,Walter) [DE/DE]; D-17489 グライフシュヴァルトルドルフ-ペータースハーゲン-アレー 12 Greifswald (DE).

(25) 国際出願の言語:

日本語

(26) 国際公開の言語:

日本語

(30) 優先権データ:

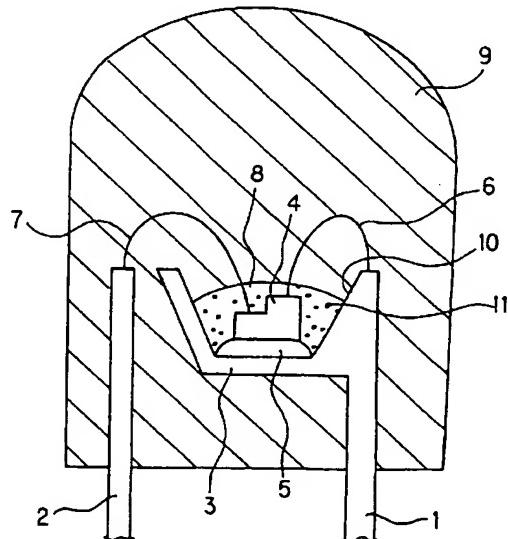
2154/2000 2000年12月28日 (28.12.2000) AT

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 豊田合成株式会社 (TOYODA GOSEI CO., LTD.) [JP/IP]; 〒452-8564 愛知県 西春日井郡 春日町 大字落合字長畑 1 番地 Aichi (JP). トリドニック オプトエレクトロニクス ゲー・エム・ペー・ハー (TRIDONIC OPTOELECTRONICS GMBH) [AT/AT]; A-8380 イエナーシュトルフ アインゼンシュタッテルシュトラッセ 20 Jennersdorf (AT). ライテック ゲー・ペー・アール (LITEC GBR) [DE/DE]; D-17489 グライフシュヴァルトル ブランタイヒシュトラッセ 19 Greifswald (DE). ロイヒシュトッペルク ブライトウンゲン

[統葉有]

(54) Title: LIGHT EMITTING DEVICE

(54) 発明の名称: 発光装置



WO 02/054503 A1

(57) Abstract: A light-emitting device which has a light-emitting element comprising a nitride semiconductor and a phosphor which absorbs a part of a light emitted by the light-emitting element and emits a light having a wavelength different from that of the light having been absorbed, wherein the phosphor comprises an alkaline earth metal silicate activated by europium.

[統葉有]



ケンプフェルト ヴォルフガング (KEMPFERT,Wolfgang) [DE/DE]; D-36448 パート リーベンシュタイン マリエンターレル ヴェッゲ 5 Bad Liebenstein (DE). シュターリック デトレフ (STARICK,Detlef) [DE/DE]; D-36448 パート リーベンシュタイン ミュルヴェッゲ 7 Bad Liebenstein (DE).

(74) 代理人: 平田 忠雄 (HIRATA,Tadao); 〒102-0082 東京都 千代田区 一番町 2 番地 パークサイドハウス Tokyo (JP).

(81) 指定国 (国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO,

NZ, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW.

(84) 指定国 (広域): ARIPO 特許 (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア特許 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2 文字コード及び他の略語については、定期発行される各 PCT ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイドスノート」を参照。

---

(57) 要約:

この発光装置は、窒化物半導体からなる発光素子と、前記発光素子が発光した光の一部を吸収し、その吸収した光の波長と異なる波長を有する光を発光する蛍光体とを備え、蛍光体は、ユウロピウムで活性化されたアルカリ土類金属珪酸塩からなる。

## 明 細 書

## 発光装置

## 5 技術分野

本発明は、発光素子を有する発光装置であって、特に、該発光素子が第1のスペクトル領域で発光し、かつ、アルカリ土類金属オルト珪酸塩の群に由来するかもしくはこの蛍光体の群を少なくとも含有しかつ該発光素子の発光の一部を吸収しかつ別のスペクトル領域で発光する蛍光体10をさらに有している発光装置に関する。

## 背景技術

該発光装置は、例えば無機LED、有機LED、レーザーダイオード、無機厚膜エレクトロルミネセンスシートまたは無機薄膜エレクトロルミ15ネセンス部品である。

LEDはとりわけ、寿命が長い、場所をとらない、衝撃に強い、さらに狭いスペクトルバンドで発光するという特徴で際立っている。

多数の発光色、特別に広いスペクトルバンドの多数の発光色は、LEDの場合の活性半導体材料の固有の発光では、実現不可能であるか、非効率にしか実現することができない。とりわけこのことは、白色の発光20を得る場合にあてはまる。

公知技術水準によれば、半導体では本来実現することができない発光色は、色変換技術によって得られる。

本質的にこの色変換の技術は、次の原理に基づいており、すなわち、25少なくとも1つの蛍光体をLEDダイの上に配置する。該蛍光体は、このダイの発光を吸収し、かつその後にフォトルミネセンス光を別の発光色で放出する。

蛍光体として基本的に有機系を使用することもできるし、無機系を使用することもできる。無機顔料の本質的な利点は、有機系に比べ耐環境

性が高いことである。無機LEDの寿命が長いことに関連して、したがって色の安定を考慮すると無機系が有利である。

加工の容易さに関しては、必要な膜厚を得るのに過度に長い成長期間 (Wachstumszeit) を有する有機の蛍光塗装系の代りに、無機の蛍光顔料を使用するのが有利であることは明らかである。該顔料は、マトリックス中に入れられ、さらにLEDダイの上に置かれる。

上記の要求を満たす無機材料の数が少ないという理由から、現時点では多くの場合に、YAG類からの材料が、色変換のための顔料として使用される。しかしながら、この材料には、該材料が560 nm未満の発光最大値の場合にしか高い効率を示さないという欠点がある。このような理由から青色ダイオード (450から490 nm) と組み合わされたYAG顔料を用いて、冷たい感じの白色の発光色のみを実現することができる。特に照明分野での使用については、色温度および色再現に関して、光源に対するさらに高い要求がなされ、この要求は、現時点で使用されている白色LEDで満足されない。

さらにWO 00/33389から、青色LEDを用いて白色に近い光を得るために、とりわけBa<sub>2</sub>SiO<sub>4</sub>: Eu<sup>2+</sup>が蛍光体として使用されることが公知である。Ba<sub>2</sub>SiO<sub>4</sub>: Eu<sup>2+</sup>の発光は、505 nm、すなわち比較的短い波長にあり、その結果、この光は、著しく冷たい。

S. H. M. Poortほかによる論文、"Optical properties of Eu<sup>2+</sup>-aktivated." 297ページ、では、Eu<sup>2+</sup>で活性化されたBa<sub>2</sub>SiO<sub>4</sub>ならびにリン酸塩、例えばKBaPO<sub>4</sub>およびK<sub>2</sub>SrPO<sub>4</sub>の性質が研究されている。また同文献では、Ba<sub>2</sub>SiO<sub>4</sub>の発光が505 nmにあることが確認されている。研究された2つのリン酸塩の発光は、これに対して本質的にさらに短い波長 (420 nmから430 nm) にある。

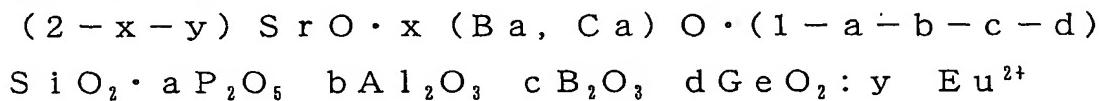
本発明の課題は、上記の発光装置を、蛍光体による第1の光源の紫外線もしくは青色の放射の著しく良好な吸収によって、高い光ルミネンス効果で異なる光の色ならびに高い色の再現が実現される程度に変更す

ることであり、この場合、一般照明のための光源に常用のCIE－偏差  
楕円内の色の位置が、約2600Kと7000Kの間の極めて近似した  
色温度の範囲内にあることが特に有利である。

## 5 発明の開示

上記課題は、上記の発光装置によって解決される。本発明によれば、  
窒化物半導体からなる発光素子と、発光素子が発光した光の一部を吸収  
し、その吸収した光の波長と異なる波長を有する光を発光する蛍光体と  
を備えた発光装置において、蛍光体は、ユウロピウムで活性化されたア  
ルカリ土類金属珪酸塩からなる。  
10

蛍光体が、式：



(式中、 $0 < x < 1.6$ ,

15  $0.005 < y < 0.5$ ,

$0 < a, b, c, d < 0.5$ である)

で示される2価のユウロピウムで活性化されたアルカリ土類金属オルト  
珪酸塩および／または



20  $\text{SiO}_2 \cdot a \text{ P}_2\text{O}_5 \quad b \text{ Al}_2\text{O}_3 \quad c \text{ B}_2\text{O}_3 \quad d \text{ GeO}_2 : y \text{ Eu}^{2+}$

(式中、 $0.01 < x < 1.6$ ,

$0.005 < y < 0.5$ ,

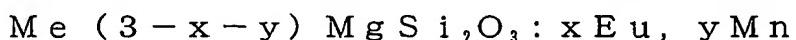
$0 < a, b, c, d < 0.5$ である)

で示されるアルカリ土類金属オルト珪酸塩でもよい。この場合、有利に  
25  $a, b, c$  および  $d$  の値のうちの少なくとも1つが  $0.01$  より大きい。

すなわち、珪酸バリウムの代りに珪酸ストロンチウムまたは珪酸バリ  
ウムと珪酸ストロンチウムオルト珪酸塩の混合形が使用される場合に、  
放射される光の波長が長くなることが意外にも見いだされた。珪素の部  
分のゲルマニウムによる置換ならびに付加的に存在する  $\text{P}_2\text{O}_5, \text{Al}_2$

$O_3$  および／または  $B_2O_3$  も発光スペクトルへの影響を有し、その結果、該発光スペクトルは、それぞれの使用の場合について最適に調整することができる。

有利に前記の発光装置は、2価のユウロピウムおよび／またはマンガンで活性化されたアルカリ土類金属アルミニン酸塩の群からの別の蛍光体および／または、 $Y(V, P, Si)O_4 : Eu$  または次式：



(式中、

$$0.005 < x < 0.5,$$

$$0.005 < y < 0.5,$$

$Me$  は  $Ba$  および／または  $Sr$  および／または  $Ca$  を表す)

で示されるアルカリ土類金属－マグネシウム－二珪酸塩： $Eu^{2+}$ ,  $Mn^{2+}$  の群からのさらに別の赤く発光する蛍光体を有している。

さらに、少量の1価のイオン、殊にハロゲン化物、が蛍光体格子の中に組み込まれている場合が、結晶化度および放射率について有利であることが見いだされた。

第1のスペクトル領域が 300 から 500 nm である場合は、有利である。この波長領域で、本発明による蛍光体は、良好に励起されることができる。

さらに、第2のスペクトル領域が 430 nm から 650 nm である場合は、有利である。この場合には合わせて、比較的純粋な白色が得られる。

有利に発光装置は、Ra 値  $> 72$  を有する白色光を放射する。

## 25 図面の簡単な説明

第1図は、本発明の発光装置の第2の実施の形態に係るLEDランプの断面図である。

第2図は、第1図に示す青色LEDの層構成を示す断面図である。

第3図は、本発明の発光装置の第3の実施の形態に係る面状光源用装

置の構成を示し、(a) は平面図、(b) は (a) の A-A 線断面図である。

図 4 は、本発明の発光装置の第 4 の実施の形態に係る SMD (Surface Mounted Device) 型の LED ランプの断面図である。

5 第 5 図は、本発明の発光装置の第 5 の実施の形態に係る LED ランプの断面図である。

第 6 図は、過電圧保護素子にツェナーダイオードを用いた場合の接続回路図である。

10 第 7 図は、過電圧保護素子にコンデンサを用いた場合の接続回路図である。

第 8 図は、本発明の発光装置の第 6 の実施の形態に係る半導体発光装置の断面図である。

#### 発明を実施するための最良の形態

15 本発明の第 1 の実施の態様によれば、発光装置は、2 つの異なる蛍光体を有しており、この場合、少なくとも一方は、アルカリ土類金属オルト珪酸塩蛍光体である。このようにして白の色調が特に正確に調整されることができる。

20 本発明による発光装置の機械的な実施に対して多くの可能性が存在する。一実施態様によれば、1 個以上の LED チップが反射鏡内の基板上に配置されており、かつ、蛍光体が、反射鏡の上に配置されているレンズ中に分散されている。

しかし、1 個以上の LED チップが反射鏡内の基板上に配置されており、かつ、蛍光体が該反射鏡に塗布されていることも可能である。

25 有利に該 LED チップは、ドーム様の形状を有する透明な封止用コンパウンドで充填されている。該封止用コンパウンドは、一方では機械的な保護を形成し、かつ、他方では該封止用コンパウンドは、さらに光学的性質を改善する (LED ダイの光の改善された発光)。

該蛍光体は、封止用コンパウンド中に分散されていてもよく、この封

止用コンパウンドによって、できるだけガスが閉込められることなしに、基板上に配置されたLEDチップとポリマーレンズが結合され、この場合、該ポリマーレンズと該封止用コンパウンドは、最大で0.1だけ違う屈折率を有する。該封止用コンパウンドによってLEDダイが直接閉じ込められていてもよいし、しかしながら、該LEDダイが透明な封止用コンパウンドで充填されている（すなわちこの場合には透明な封止用コンパウンドと蛍光体を含有する封止用コンパウンドとが存在している）ことも可能である。近似している屈折率によって、境界面での反射による損失がほとんどない。

有利にポリマーレンズは、球形もしくは橢円形の窪みを有しており、該窪みは、前記の封止用コンパウンドによって充填されており、その結果、LEDアレイがポリマーレンズからわずかな距離で固定されている。このようにして、機械的な構造の大きさを減少させることができる。

蛍光体の均一な分布を達成するために、蛍光体が有利に無機のマトリックス中に懸濁されていることは有利である。

2つの蛍光体が使用される場合には、2つの蛍光体がそれぞれのマトリックス中に懸濁されており、この場合、これらマトリックスが光の伝搬の方向に相前後して配置されていることは有利である。このことによつてマトリックスの濃度は、異なる蛍光体と一緒に分散させた場合に比べ減少させることができる。

次に、本発明の第1の実施態様での蛍光体の製造の重要な工程を説明する。

珪酸塩蛍光体の製造のために、選択した組成に応じて出発物質アルカリ土類金属炭酸塩、二酸化珪素ならびに酸化ユロピウムの化学量論的量を密に混合し、かつ、蛍光体の製造に常用の固体反応で、還元性雰囲気下で、温度1100℃および1400℃で所望の蛍光体に変換する。この際、結晶化度にとって、反応混合物に少ない割合で、有利に0.2モル未満の割合で塩化アンモニウムまたは他のハロゲン化物を添加することは、有利である。必要に応じて珪素の一部をゲルマニウム、ホウ素、

アルミニウム、リンで置換することもできるし、ユウロピウムの一部をマンガンで置換することもでき、このことは、熱により酸化物に分解する上記元素の化合物の相応量の添加によって行なわれる。この場合には反応条件の範囲は、維持される。

5 得られた珪酸塩は、波長 510 nm から 600 nm で放射し、かつ 110 nm までの半値幅を有する。

上記の群からの蛍光体の 1つまたは上記の群から組み合わせた蛍光体の使用によって、あるいは、2価のユウロピウムおよび／またはマンガンで活性化されたアルカリ土類金属アルミン酸塩および、Y (V, P, 10 Si) O<sub>4</sub> : Eu<sup>2+</sup> の群からのさらに別の赤く発光する蛍光体、Y<sub>2</sub>O<sub>2</sub>S : Eu<sup>3+</sup>、蛍光体の群からの常用の蛍光体との組合せによって、定義された色温度を有する発光色および高い色再現性を得ることができ、このことは、次の実施例で示されているとおりである。

T = 2778 K (464 nm + Sr<sub>1.4</sub>Ba<sub>0.6</sub>SiO<sub>4</sub> : Eu<sup>2+</sup>) ; x = 0. 15 4619, y = 0. 4247, Ra = 72,  
T = 2950 K (464 nm + Sr<sub>1.4</sub>Ba<sub>0.6</sub>SiO<sub>4</sub> : Eu<sup>2+</sup>) ; x = 0. 4380, y = 0. 4004, Ra = 73,  
T = 3497 K (464 nm + Sr<sub>1.6</sub>Ba<sub>0.4</sub>SiO<sub>4</sub> : Eu<sup>2+</sup>) ; x = 0. 4086, y = 0. 3996, Ra = 74,  
20 T = 4183 K (464 nm + Sr<sub>1.9</sub>Ba<sub>0.08</sub>Ca<sub>0.02</sub>SiO<sub>4</sub> : Eu<sup>2+</sup>) ;  
x = 0. 3762, y = 0. 3873, Ra = 75,  
T = 6624 K (464 nm + Sr<sub>1.9</sub>Ba<sub>0.02</sub>Ca<sub>0.08</sub>SiO<sub>4</sub> : Eu<sup>2+</sup>) ;  
25 x = 0. 3101, y = 0. 3306, Ra = 76,  
T = 6385 K (464 nm + Sr<sub>1.6</sub>Ba<sub>0.4</sub>SiO<sub>4</sub> : Eu<sup>2+</sup> + Sr<sub>0.4</sub>Ba<sub>1.6</sub>SiO<sub>4</sub> : Eu<sup>2+</sup>) ; x = 0. 3135, y = 0. 3397, Ra = 82,  
T = 4216 K (464 nm + Sr<sub>1.9</sub>Ba<sub>0.08</sub>Ca<sub>0.02</sub>SiO<sub>4</sub> : Eu

<sup>2+)) ;</sup>

x = 0. 3710, y = 0. 3696, Ra = 82,

3954K (464nm + Sr<sub>1.6</sub>Ba<sub>0.4</sub>SiO<sub>4</sub> : Eu<sup>2+</sup> + Sr<sub>0.4</sub>Ba<sub>1.6</sub>SiO<sub>4</sub> : Eu<sup>2+</sup> + YVO<sub>4</sub> : Eu<sup>3+</sup>) ; x = 0. 3756, y = 0. 3

5 816, Ra = 84,

T = 6489K (464nm + Sr<sub>1.6</sub>Ba<sub>0.4</sub>SiO<sub>4</sub> : Eu<sup>2+</sup> + Sr<sub>0.4</sub>Ba<sub>1.6</sub>SiO<sub>4</sub> : Eu<sup>2+</sup> + アルミニン酸バリウムマグネシウム : Eu<sup>2+</sup>) ;

x = 0. 3115,

y = 0. 3390, Ra = 66,

10 T = 5097K (464nm + Sr<sub>1.6</sub>Ba<sub>0.4</sub>(Si<sub>0.08</sub>B<sub>0.02</sub>)O<sub>4</sub> : Eu<sup>2+</sup> + Sr<sub>0.6</sub>Ba<sub>1.4</sub>SiO<sub>4</sub> : Eu<sup>2+</sup>) ; x = 0. 3423, y = 0. 3485, Ra = 82,

T = 5084K (464nm + Sr<sub>1.6</sub>Ba<sub>0.4</sub>(Si<sub>0.08</sub>B<sub>0.02</sub>)O<sub>4</sub> : Eu<sup>2+</sup> +

15 Sr<sub>0.6</sub>Ba<sub>1.4</sub>SiO<sub>4</sub> : Eu<sup>2+</sup> + アルミニン酸ストロンチウムマグネシウム : Eu<sup>2+</sup>) ; x = 0. 3430, y = 0. 3531, Ra = 83,

T = 3369K (464nm + Sr<sub>1.4</sub>Ba<sub>0.6</sub>Si<sub>0.95</sub>Ge<sub>0.05</sub>O<sub>4</sub> : Eu<sup>2+</sup>) ;

x = 0. 4134, y = 0. 3959, Ra = 74,

20 T = 2787K (466nm + Sr<sub>1.4</sub>Ba<sub>0.6</sub>Si<sub>0.98</sub>P<sub>0.02</sub>O<sub>4.01</sub> : Eu<sup>2+</sup>) ;

x = 0. 4630, y = 0. 4280, Ra = 72,

T = 2913K (464nm + Sr<sub>1.4</sub>Ba<sub>0.6</sub>Si<sub>0.98</sub>Al<sub>0.02</sub>O<sub>4</sub> : Eu<sup>2+</sup>) ;

25 x = 0. 4425, y = 0. 4050, Ra = 73.

本発明の1つの実施態様の場合には、色変換は、次のとおり実施される。

1個以上のLEDチップを基板上で組み立てる。該LED上に直接、(一方ではLEDチップの保護のために、他方ではLEDチップ内で発

生する光をより良好に放出させることができるようにするために) 封止用材料を半球もしくは半楕円の形で配置する。この封止用材料は、各ダイをそれぞれ包含することもできるし、該封止用材料が全てのLEDのための共通の1個の形であってもよい。このようにして装備した基板を反射鏡内に設置するか、または該反射鏡を該LEDチップの上にかぶせる。

該反射鏡にレンズを設置する。一方で該レンズは、装置の保護のために使用され、他方では該レンズ中に蛍光体顔料が混入される。このようにして該レンズは不透明かつ黄色の色の印象を与える。該レンズを通り抜けてくる青色光(紫外光を含む)は、光学部品の中の通過の際により長波光(黄色光)に変換が行われる。その結果、青色光と黄色光を合わせて白色の色の印象が得られる。例えば平面平行な板の間で生じるような導波作用による損失は、該レンズの不透明性および拡散性によって減少される。さらに反射鏡によって、すでに調整された光のみが該レンズに入射するよう配慮され、その結果、全反射作用が始まから減少される。

これとは別に、各LEDチップの上に反射鏡がかぶせられていてもよく、かつ、該反射鏡は、ドーム形に充填され、かつ、レンズがそれぞれの反射鏡の上もしくはこの装置全体の上に配置される。

照明の発光装置を製造するのに、单一のLEDの代りにLEDアレイを使用するのは有利である。本発明の他の実施態様の場合には、色の変換は、LEDチップが直接基板上に組み立てられるLEDアレイで次とおりに実施される。

LEDアレイを封止用コンパウンド(例えばエポキシ樹脂)を用いて、別の材料(例えばPMMA)からなる透明なポリマーレンズに接着する。該ポリマーレンズおよび該封止用コンパウンドの材料は、できるだけ近似する屈折率を有するように、すなわち位相整合されているように選択される。該封止用コンパウンドは、ポリマーレンズの最大で球形のまたは楕円形の窪みの中に存在する。この窪みの形は、該封止用コンパウンド中に色変換物質が分散されているという点で重要であり、かつ、した

がってこの形によって、角度に関係ない発光色が得られることが保証されることができる。これとは別に前記のアレイは、透明な封止用コンパウンドで充填することができ、かつ、引き続き、色変換物質が含有されている該封止用コンパウンドを用いて前記のポリマーレンズに接着することができる。

少なくとも2つの異なる蛍光体が使用されている特に良好な色再現性を有するLEDにとって、これら蛍光体と一緒に1つのマトリックス中に分散させるのではなく、これら蛍光体を別々に分散させかつ重ねることが、有利である。これは、最終的な発光色が複数の色変換プロセスによって得られる組合せに特に該当する。すなわち、最長波の発光色が、1つの発光プロセスによって生成されるということであり、この場合、該発光プロセスは、次のとおり経過する：すなわち、第1の蛍光体によるLED発光の吸収、第1の蛍光体の発光、第2の蛍光体による第1の蛍光体の発光の吸収、および第2の蛍光体の発光。特に、この種のプロセスにとって、それぞれの蛍光体を光の伝搬の方向に相前後して配置することは、有利であり、それというのも、そのことによって、種々の蛍光体を単一に分散させた場合よりも蛍光体の濃度を減少させることができる。

本発明は、上記実施例に限定されるものではない。蛍光体は、ポリマーレンズ（または別の光学部品）中に組み込まれていてもよい。該蛍光体をLEDダイ上に直接配置することもできるし、透明な封止用コンパウンドの表面上に配置することもできる。また該蛍光体を分散粒子とともに1つのマトリックス中に組み込むこともできる。このことによって、マトリックス中の沈降が防止され、かつ、均一な発光が保証される。

以下、前述のフォトルミネッセンス効果を有する蛍光体を発光ダイオード(LED)ランプに使用する例をより詳しく説明する。

第1図は、本発明の発光装置の第2の実施の形態に係るLEDランプの模式断面図であり、いわゆるレンズタイプのLEDランプを示す。GaN系半導体からなる青色LED4は、青色LED4の発光をLEDラ

ンプの上方に反射させるよう反射鏡としての役割を果たすカップ10を形成したメタルシステム3にマウント5を介して取り付けられる。青色LED4の一方の電極とリードフレーム2とを金製のボンディングワイヤ7により接続し、他方の電極とリードフレーム1とを金製のボンディングワイヤ6により接続する。青色LED4を固定するため、コーティング部材である内部樹脂8でカップ10内を被覆する。更に、リードフレーム2及びメタルシステム3を形成されたリードフレーム1をモールド部材である外部樹脂9で封止する。従って、青色LED4は、内部樹脂8及び外部樹脂9より二重に封止される。なお、メタルシステム3とリードフレーム1は、マウントリードともいう。また、青色LED4についての詳細な説明は、後述する。

蛍光体11を含有する内部樹脂8は、カップ10の上縁の水平面よりも低くカップ10内部に充填させる。これにより、複数のLEDを近接して配置した場合に、LED間の混色が発生せず、LEDで平面ディスプレイを実現して解像度の良い画像を得ることができる。

内部樹脂8は、固化後に透明となるシリコーン樹脂又はエポキシ樹脂を用いる。また、内部樹脂8は、前記の2価のユウロピウムで活性化されたアルカリ土類金属オルト珪酸塩及び／又はアルカリ土類金属オルト珪酸塩を主成分とする蛍光体11が混入される。この蛍光体11は、前述したように、フォトルミネッセンス効果を有し、青色LED4が発光する光を吸収して、吸収した光の波長と異なる波長の光を発光する。

なお、内部樹脂8として使用されるシリコーン樹脂又はエポキシ樹脂の代わりに低融点ガラスを用いてもよい。低融点ガラスは、耐湿性に優れるとともに青色LED4に有害なイオンの侵入を阻止することができる。更に、青色LED4からの発光を吸収せずにそのまま透過できるため、吸収分を見込んで強く発光させる必要がない。

また、前記の蛍光体11を混入した内部樹脂8であるシリコーン樹脂、エポキシ樹脂又は低融点ガラスに拡散材を更に混入してもよい。拡散材によって、発光した青色LED4からの光を乱反射し散乱光とするため、

青色LED4からの光が蛍光体11に当たりやすくなつて、蛍光体11から発色する光量を増加させることができる。この拡散材は、特に限定されるものでなく、周知の物質を使用することができる。

外部樹脂9は、固化後に透明となるエポキシ樹脂を用いることができる。

マウント5には、扱いやすさからエポキシ樹脂等の種々の樹脂が用いることができる。マウント5に用いられる樹脂は接着性を有すると共に、極めて小さい青色LED4の側面にマウント5がせり上がつても側面で各層間がショートしないよう絶縁性を有する樹脂が好ましい。

マウント5は、青色LED4から等方的に発せられる光を透過してカップ10の表面の反射鏡で反射させLEDランプの上方に放出させるため、透明な樹脂を用いる。特に、LEDランプを白色系の光源として用いる場合、マウント5は、白色光の妨げにならない白色としてもよい。

また、マウント5に蛍光体11を含有させても良い。蛍光体11を用いたLEDランプは、蛍光体11を用いないLEDランプと比較して光の密度が極端に高くなる。つまり、青色LED4から放出される光は、蛍光体11を透過しないため、青色LED4からの発光は、青色LED4近傍に設けられた蛍光体11によって反射され、蛍光体11によって励起された光として等方的に新たに放出され、カップ10表面の反射鏡によつても反射され、LEDランプの各部分の屈折率の差によつても反射される。そのため、青色LED4の近傍に光が部分的に密に閉じこめられ、青色LED4近傍の光密度が極めて高くなり、LEDランプは高輝度に発光する。

青色LED4は等方的に発光し、その光はカップ10の表面でも反射されるため、それらの光がマウント5中を透過するため、マウント5の中は極めて光密度が高い。そこで、マウント5中に蛍光体11を含有させると、青色LED4から発せられるそれらの光はマ

ウント 5 中の蛍光体 1 1 で反射され、また、マウント 5 中の蛍光体 1 1 によって励起された光として等方的に新たに放出される。このようにマウント 5 にも蛍光体 1 1 を含有させると、LED ランプは更に高輝度となる。

5 また、マウント 5 に Ag 等の無機材料を含有させた樹脂を用いることができる。上記の高輝度の LED ランプを長時間使用すると、マウント 5 や内部樹脂 8 には、エポキシ樹脂等の樹脂が用いられているため、青色 LED 4 極近傍の合成樹脂でできたマウント 5 や内部樹脂 8 が、茶色や黒色に着色され劣化し、発光効率が低下する。特に、青色 LED 4 近傍のマウント 5 の着色が発光効率を大きく低下させる。マウント 5 は、青色 LED 4 からの光による耐候性だけでなく接着性、密着性等も要求されるが、この光による樹脂の劣化は、マウント 5 に Ag 等の無機材料を含有させた樹脂を用いることで解消できる。このようなマウント 5 は、  
10 Ag ペーストと蛍光体 1 1 をマウントペーストに混ぜ合わせてメタルステム 3 上にマウント機器で塗布させ青色 LED 4 を接着させることで簡単に形成させることができる。

マウント 5 は、Ag 含有のエポキシ樹脂の他に、無機材料を含有させた有機樹脂としてシリコーン樹脂を用いることもできる。マウント 5 中の無機材料は、樹脂との密着性が良好で、青色 LED 4 からの光によって劣化しないことが必要である。そのため、無機材料としては、銀、金、アルミニウム、銅、アルミナ、シリカ、酸化チタン、窒化硼素、酸化錫、酸化亜鉛、ITO から 1 種以上を選択して樹脂に含有させる。特に、銀、金、アルミニウム、銅等は、放熱性を向上させ、導電性を有するので導電性を期待する半導体装置に適用することができる。また、アルミナ、シリカ、酸化チタン、窒化硼素等は耐候性に強く高反射率を維持させることができる。無機材料は分散性や電気的導通などを考慮してその形状を球状、針状やフレーク状等種々の形状にすることができる。マウント 5 の樹脂中の無機材料含有量は、放熱性や電気伝導性など種々に調節すること

ができる。しかし、樹脂中の無機材料含有量を多くすると樹脂の劣化が少ないが、密着性が低下するため、5重量%以上から80重量%以下とするが、さらに60重量%以上から80重量%以下とすればより最適に樹脂の劣化を防止することができる。

5 このようにマウント5に、青色LED4が発光した光によって劣化しにくいAl等の無機材料を含有させることにより、マウント5の樹脂の光による劣化を抑えることができるため、劣化による着色部位を少なくし発光効率の低下を防ぎ、良好な接着性を得ることができる。また、蛍光体11をマウント5にも含有させることによりLEDランプの輝度を  
10 更に高めることができる。

これにより高輝度、長時間の使用においても発光効率の低下が極めて少ない高輝度な発光が可能なLEDランプを提供することができる。さらに、熱伝導性の良い材料を用いることで青色LED4の特性を安定化させ、色むらを少なくすることもできる。

15 第2図は、第1図に示すLEDランプの青色LED4の層構成を示す。青色LED4は、透明基板として例えばサファイア基板41を有し、このサファイア基板41上に、MOCVD法等により窒化物半導体層として例えば、バッファ層42、n型コンタクト層43、n型クラッド層44、MQW (multi-quantum well) 活性層45、p型クラッド層46、  
20 およびp型コンタクト層47を順次形成し、スパッタリング法、真空蒸着法等により、p型コンタクト層47上の全面に透光性電極50、透光性電極50上的一部分にp電極48、およびn型コンタクト層43上的一部分にn電極49を形成したものである。

25 バッファ層42は、例えば、AlNからなり、n型コンタクト層43は、例えば、GaNからなる。

n型クラッド層44は、例えば、Al<sub>y</sub>Ga<sub>1-y</sub>N ( $0 \leq y < 1$ ) からなり、p型クラッド層46は、例えば、Al<sub>x</sub>Ga<sub>1-x</sub>N ( $0 < x < 1$ ) からなり、p型コンタクト層47は、例えば、Al<sub>z</sub>Ga<sub>1-z</sub>N ( $0 \leq z < 1$ 、 $z < x$ ) からなる。また、p型クラッド層46のバンドギャップ

は、n型クラッド層44のバンドギャップより大きくする。n型クラッド層44およびp型クラッド層46は、単一組成の構成であっても良く、超格子構造となるように、互いに組成が異なる厚み100Å以下の上記の窒化物半導体膜が積層される構成であっても良い。膜厚を100Å以下とすることにより、膜中にクラックや結晶欠陥が発生するのを防ぐことができる。

MQW活性層45は、InGaNからなる複数の井戸層と、GaNからなる複数のバリア層とからなる。また、超格子層を構成するように、井戸層およびバリア層の厚みは100Å以下、好ましくは60～70Åにする。InGaNは、結晶の性質が他のAlGaNのようなAlを含む窒化物半導体と比べて柔らかいので、InGaNを活性層45を構成する層に用いることにより、積層した各窒化物半導体層全体にクラックが入り難くなる。なお、MQW活性層45は、InGaNからなる複数の井戸層と、AlGaNからなる複数のバリア層とから構成してもよい。また、AlInGaNからなる複数の井戸層と、AlInGaNからなる複数のバリア層とから構成してもよい。但し、バリア層のバンドギャップエネルギーは、井戸層のバンドギャップエネルギーより大きくする。

なお、MQW活性層45よりサファイア基板41側、例えば、n型コンタクト層43のバッファ層42側に反射層を形成してもよい。また、反射層は、MQW活性層45が積層されているサファイア基板41の表面と反対側の表面に形成してもよい。反射層は、活性層45からの放出光に対して最大の反射率を有しているものが好ましく、例えば、Alから形成してもよく、GaN系の薄膜の多層膜から形成してもよい。反射層を設けることにより、活性層45からの放出光を反射層で反射でき、活性層45からの放出光の内部吸収を減少させ、上方への出力光を増大させることができ、マウント5への光入射を低減してその光劣化を防止することができる。

このように構成された青色LED4の発光波長の半値幅は、50nm以下、好ましく40nm以下とする。また、青色LED4のピーク発光

波長は、380 nmから500 nmの範囲の、例えば、450 nmにある。

このように構成されたLEDランプにおいて、リードフレーム1、2間に電圧を印加すると、青色LED4が450 nmの波長の青色の光を発光する。青色の光は、内部樹脂8中の蛍光体11を励起し、励起された蛍光体11は、560～570 nmの黄色の光を発光する。内部樹脂8中の青色の光と黄色の光が混合された光は、外部樹脂9を通過して外部に漏れ出るが、その混合された光は、人間の目では白色に見え、結果として、LEDランプは、白色に発光しているように見える。すなわち、10 蛍光体11は、青色LED4が発光する青色の光により励起され、青色と補色関係にあり、青色より波長の長い黄色を発光する。本発明では、複数の蛍光体を組み合わせすることにより、より純粹に近い白色を得ることができる。

第3図は、本発明の発光装置の第3の実施の形態に係る面状光源用装置の構成を示し、(a)は平面図、(b)は(a)のA-A線断面図である。

この第3図に示す面状光源用装置は、例えば、液晶パネルのバックライト装置として適用され、液晶パネルの裏面側から液晶パネルに光を照射し、非発光性である液晶パネルの文字や画像に明るさやコントラストを与えることにより、その視認性を向上させるものであり、次の要素を備えて構成されている。

即ち、面状光源用装置は、透明の概略矩形状の導光板70と、この導光板70の側面にアレイ状に配列されて埋め込まれることにより導光板70と光学的に接続された複数の青色LED4と、導光板70の光の出射面70aを除く他の面を包囲して導光板70に取り付けられた光を反射する光反射ケース71と、導光板70の出射面70aと対向する光の反射面72に規則的で微細な凹凸模様を形成して成る光拡散模様73と、導光板70に出射面70aを覆い取り付けられ、内部に蛍光体11を含有する透明のフィルム74とを備えて構成されている。

また、各青色LED4は、ポンディングワイヤ及びリードフレーム等の電源供給用の手段を介して電源から所定電圧の駆動電圧が供給されるよう光反射ケース71に取り付けられている。光拡散模様73は、青色LED4から出射された光を導光板70の内部で拡散するものである。

5 このように構成された面状光源用装置において、各青色LED4に駆動電圧が印加されると、駆動された各青色LED4から光が出射される。この出射光は、導光板70の中を所定方向に進み、反射面72に形成された光拡散模様73に当たって反射拡散しながら出射面70aからフィルム74を通過して面状の出射光として出射される。青色LED4の出射光は、フィルム74を通過する際に、一部が蛍光体11により吸収され、同時に波長変換されて出射される。これによってフィルム74の前面から観測される発光色は、それらの光を合成した色となり、例えば前述の原理から白色となる。

10 15 このように、第3の実施の形態の面状光源用装置によれば、青色LED4からの出射光を導光板70に入射させ、この入射された光を導光板70の反射面72に形成された光拡散模様73で反射拡散させながら出射面70aからフィルム74へ出射し、このフィルム74において、光の一部が蛍光体11により吸収され、同時に波長変換されて出射されるように構成したので、従来のように、赤・緑・青の各色のLEDを用いざとも、青色LED4のみで発光色を白色とすることができます。また、蛍光体11と青色LED4とが直接接触しない構造となっているので、蛍光体11の劣化を長期間抑制することができ、長期間に渡り面状光源の所定の色調を保持することができる。

20 25 この他、フィルム74に含有される蛍光体11の種類を変えることによって、白色のみならず他の色の発光色も実現可能となる。フィルム74の取り付け構造を着脱容易な構造と共に、種類の異なる蛍光体11を含有するフィルム74を複数種類用意しておけば、フィルム74を交換するだけで容易に面状光源の色調を可変させることができる。

また、蛍光体11は、フィルム74に含有させる他、フィルム74の

表面に塗布しても含有させたと同様の効果を得ることができる。

また、青色LED4は、導光板70に埋め込まれることによって導光板70と光学的に接続されているが、この他、青色LED4を導光板70の端面に接着したり、青色LED4の発光を光ファイバー等の光伝導手段によって導光板70の端面に導くことにより、青色LED4と導光板70とを光学的に接続しても良い。また、青色LED4は1個でも良い。

図4は、本発明の発光装置の第4の実施の形態に係るSMD (Surface Mounted Device) 型のLEDランプを示す。

SMD型のLEDランプは以下の構成を有する。絶縁性を有するガラスエポキシ樹脂の基板80の両面を覆い、かつ、電気的に離れて形成される2つの金によるパターン配線81、82によりメタルフレームを形成し、パターン配線81、82上にプラスチック製のカップ83aを有する枠体83を設ける。カップ83aは、その表面が青色LED4の放出光を反射する反射鏡になっている。パターン配線81、82は非対称とし、パターン配線82の上面は、枠体83が形成する空間の底部の中央にまで形成されているが、他方のパターン配線81は、枠体83が形成する空間の底部に少しだけ露出している。

青色LED4は、パターン配線82の上面に、銀フィラ含有エポキシ樹脂ペースト84によって固着される。青色LED4のp電極とパターン配線82は、金製のボンディングワイヤ6により接続し、青色LED4のn電極とパターン配線81は、金製のボンディングワイヤ7により接続する。

枠体83のカップ83aが形成する空間内は、固化後に透明となる封止剤88を充填する。封止剤88により青色LED4は、固定される。封止剤88は、前記の2価のユーロピウムで活性化されたアルカリ土類金属オルト珪酸塩及び／又はアルカリ土類金属オルト珪酸塩を主成分とする蛍光体11が混入される。封止剤88は、エポキシ樹脂又はシリコーン樹脂である。

蛍光体11が混入された封止剤88は、枠体83のカップ83aが形成する空間内一杯に充填されてもよく、また、枠体83の上縁から下がった部位まで充填されていてもよい。

なお、前記の蛍光体11を混入した封止剤88は、拡散材を更に混入してもよい。拡散材によって、発光した青色LED4からの光を乱反射し散乱光とするため、青色LED4からの光が蛍光体11に当たりやすくなって、蛍光体11から発光する光量を増加させることができる。この拡散材は、特に限定されるものでなく、周知の物質を使用することができる。

このように構成されたSMD型のLEDランプにおいて、バターン配線81、82間に電圧を印加すると、青色LED4が450nmの波長の青色の光を発光する。青色の光は、封止剤88中の蛍光体11を励起し、励起された蛍光体11は、560～570nmの黄色の光を発光する。封止剤88中の青色の光と黄色の光が混合された光は、外部に漏れ出るが、その混合された光は、人間の目では白色に見え、結果として、LEDランプは、白色に発光しているように見える。すなわち、蛍光体11は、青色LED4が発光する青色の光により励起され、青色と補色関係にあり、青色より波長の長い黄色を発光する。本発明では、複数の蛍光体を組み合わせることにより、より純粹に近い白色を得ることができる。

第5図は、本発明の発光装置の第5の実施の形態に係るLEDランプを示す。本実施の形態は、青色LED4を静電気等の過電圧から保護できるようにしたもので、図1の構成の光源に過電圧保護素子91を追加した構成となっている。

第5図に示すように、過電圧保護素子91は、青色LED4と同程度の大きさにチップ化されており、青色LED4とマウント5の間に配設される。本実施の形態においては、図1の場合と異なり、後述する理由から、青色LED4はフリップチップ(flip chip)実装される。過電圧保護素子91は、青色LED4及びリードフレーム1と接続するた

めの電極 9 2, 9 3 を備えている。電極 9 2 は、図 2 に示した p 電極 4 8 に対向する位置に設けられている。また、電極 9 3 は、n 電極 4 9 に対向する位置に設けられ、更にボンディングワイヤ 6 との接続を容易にするため、過電圧保護素子 9 1 の側面に延伸するように形成されている。  
5 過電圧保護素子 9 1 上の電極 9 2, 9 3 は、それぞれ A u バンプ 9 4 a, 9 4 b を介して青色 LED 4 の p 電極 4 8, n 電極 4 9 に接続される。この過電圧保護素子 9 1 には、規定電圧以上の電圧が印加されると通電状態になるツェナーダイオード (zener diode)、パルス性の電圧を吸収するコンデンサ等を用いることができる。  
10 第 6 図は、過電圧保護素子 9 1 にツェナーダイオードを用いた場合の接続回路を示す。過電圧保護素子 9 1 としてのツェナーダイオード 9 5 は、青色 LED 4 に電気的に並列接続され、青色 LED 4 のアノード (anode) とツェナーダイオード 9 5 のカソード (cathode) が接続され、青色 LED 4 のカソードとツェナーダイオード 9 5 のアノードが接続されている。リードフレーム 1 とリードフレーム 2 の間に過大な電圧が印加された場合、その電圧がツェナーダイオード 9 5 のツェナー電圧を越えると、青色 LED 4 の端子間電圧はツェナー電圧に保持され、このツェナー電圧以上になることはない。したがって、青色 LED 4 に過大な電圧が印加されるのを防止でき、過大電圧から青色 LED 4 を保護し、素子破壊や性能劣化の発生を防止することができる。  
15  
20

第 7 図は、過電圧保護素子 9 1 にコンデンサを用いた場合の接続回路を示す。過電圧保護素子 9 1 としてのコンデンサ 9 6 は、表面実装用のチップ部品 (chip type component) を用いることができる。このような構造のコンデンサ 9 6 は両側に帯状の電極が設けられており、この電極が青色 LED 4 のアノード及びカソードに並列接続される。リードフレーム 1 とリードフレーム 2 の間に過大な電圧が印加された場合、この過大電圧によって充電電流がコンデンサ 9 6 に流れ、コンデンサ 9 6 の端子間電圧を瞬時に下げ、青色 LED 4 に対する印可電圧が上がらないようにするため、青色 LED 4 を過電圧から保護することができる。

また、高周波成分を含むノイズが印加された場合も、コンデンサ96がバイパス（bypass）コンデンサとして機能するので、外来ノイズを排除することができる。

上記したように、青色LED4は、第1図に対して上下を反転させた  
5 フリップチップ実装を行っている。その理由は、過電圧保護素子91を設けたために、過電圧保護素子91と青色LED4の両方に電気的な接続が必要になる。仮に、青色LED4と過電圧保護素子91のそれぞれをボンディングワイヤにより接続した場合、ボンディング数が増えるために、生産性が低下し、また、ボンディングワイヤ同士の接触、断線等  
10 が増えるため、信頼性の低下を招く恐れがある。そこで、青色LED4をフリップチップ実装としている。すなわち、第2図に示したサファイア基板41の下面を最上面にし、p電極48をAuバンプ94aを介して過電圧保護素子91の電極92に接続し、n電極49をAuバンプ94bを介して過電圧保護素子91の電極93に接続し、ボンディングワイヤ6, 7を青色LED4に接続しないで済むようにしている。なお、  
15 青色LED4をフリップチップにした場合、第2図に示した透光性電極50は、非透光性の電極に代えることができる。また、p電極48の表面と同一高さになるように、n電極49を厚くし、あるいは、n電極42に新規に導電体を接続し、これを電極としてもよい。

20 以上説明したように、第5図の構成によれば、第1図に示した構成による光源としての基本的な効果に加え、過電圧保護素子91を設けたことにより、静電気等による過電圧が印加されても、青色LED4を損傷させたり、性能劣化を招いたりすることがなくなる。また、過電圧保護素子91がサブマウントとして機能するため、青色LED4をフリップチップ実装しても、ボンディングワイヤ6, 7のチップ側におけるボンディング位置の高さは下がることがないので、第1図の構成の場合とほぼ同じ高さ位置でボンディングを行うことができる。

25 なお、第5図及び第6図において、過電圧保護素子91に半導体素子を用いる場合、ツェナーダイオード95に代えて一般のシリコンダイオ

ードを用いることもできる。この場合、複数のシリコンダイオードを同一極性にして直列接続し、そのトータルの順方向電圧降下（約0.7V×個数）の値は、過電圧に対する動作電圧相当になるようにシリコンダイオードの使用本数を決定する。

5 また、過電圧保護素子91には、可変抵抗素子(variable register)を用いることもできる。この可変抵抗素子は印加電圧の増加に伴い抵抗値が減少する特性を持ち、ツエナーダイオード95と同様に過電圧を抑制することができる。

10 第8図は、本発明の発光装置の第6の実施の形態に係る半導体発光装置を示す。

この第8図に示す半導体発光装置は、発光素子から発光された光を波長変換してレンズ型の樹脂封止体外部に放射するものであり、前述の第1図に示したリードフレーム1,2と、メタルシステム3と、青色LED4と、マウント5と、ボンディングワイヤ6,7と、蛍光体11を含まない内部樹脂8と、外部樹脂9と、カップ10とを含む構成の他に、外部樹脂9の外面に密着して包囲し且つ蛍光体11を含有する透光性の蛍光カバー100を備えて構成されている。

20 蛍光カバー100は、例えば樹脂基材中に青色LED4の発光によって励起されて蛍光を発する蛍光体11が含有されて形成されている。樹脂基材は例えば、透光性のポリエスチル樹脂、アクリル樹脂、ウレタン、ナイロン、シリコーン樹脂、塩化ビニル、ポリスチロール、バークリート、CR39(アクリル・グリコール・カーボネート樹脂)等であり、ウレタン、ナイロン、シリコーン樹脂は、蛍光カバー100にある程度の弾力性を付与するため、外部樹脂9への装着が容易である。

25 また、蛍光カバー100は、外部樹脂9の外面に密着する形状、即ち円筒形状のカバー上部に半球形状のカバーが一体形成された形状を成しており、外部樹脂9に着脱自在に取り付けられている。また、蛍光カバー100は、蛍光体11による光散乱を小さくするため薄いフィルム状とするのが好ましい。更に、蛍光カバー100は、蛍光体11を含有す

る樹脂の射出成形により所定の形状に形成した後、外部樹脂9に密着すると比較的簡単に完成できるが、外部樹脂9と蛍光カバー100との間に空気層が形成されないようにするため、蛍光体11を含む樹脂原料を外部樹脂9に直接噴霧した後、硬化させて蛍光カバー100を形成してもよい。

このように構成された半導体発光装置において、青色LED4からの出射光は、内部樹脂8及び外部樹脂9を介して蛍光カバー100に入射される。この入射光の一部が蛍光体11により吸収され、同時に波長変換されて外部へ出射される。これによって蛍光カバー100の外面から観測される発光色は、それらの光を合成した色となり、例えば前述の原理から白色となる。

このように、第6の実施の形態の半導体発光装置によれば、青色LED4の樹脂封止体である内部樹脂8及び外部樹脂9に蛍光体11を含有せず、外部樹脂9の外面を被覆する蛍光カバー100に蛍光体11を含有させたので、内部樹脂8及び外部樹脂9では、蛍光体11による光散乱が生じない。また、蛍光カバー100は薄いフィルム状を成すので、蛍光体11による光散乱は比較的小さい。このため、外部樹脂9のレンズ部の形状を任意形状（上記実施の形態では半球状）とすることによって所望の光指向性が得られ、波長変換に伴う輝度の低下を最小限に抑制することができる。

この他、蛍光カバー100の基材に含有される蛍光体11の種類を変えることによって、白色のみならず他の色の発光色も実現可能となる。蛍光カバー100の取り付け構造を着脱容易な構造とすると共に、種類の異なる蛍光体11を含有する蛍光カバー100を複数種類用意しておけば、蛍光カバー100を交換するだけで容易に出射光の色調を可変させることができる。

また、蛍光体11は、蛍光カバー100に含有させる他、蛍光カバー100の表面に塗布しても含有させたと同様の効果を得ることができる。更に、市販の半導体発光素子に蛍光カバー100を装着できるので、半

導体発光装置を安価に製造することができる。

#### 産業上の利用可能性

以上のように、本発明による発光素子と蛍光体を有する発光装置は、  
5 LEDディスプレイ、バックライト装置、信号機、照光式スイッチ、各種センサ、各種インジケータに適している。

## 請 求 の 範 囲

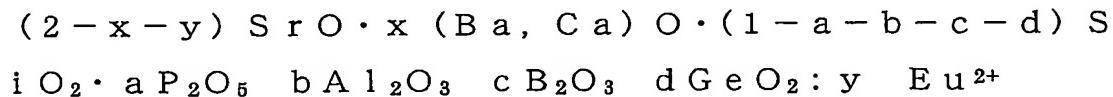
1. 室化物半導体からなる発光素子と、前記発光素子が発光した光の一部を吸収し、その吸収した光の波長と異なる波長を有する光を発光する  
5 蛍光体とを備えた発光装置において、

前記蛍光体は、アルカリ土類金属珪酸塩からなることを特徴とする発光装置。

2. 前記蛍光体は、ユウロピウムで活性化されたアルカリ土類金属珪酸塩からなることを特徴とする発光装置。

10 3. 前記蛍光体は、

式：

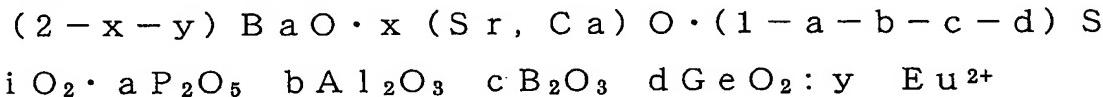


(式中、 $0 < x < 1.6$ 、

15  $0.005 < y < 0.5$ 、

$0 < a, b, c, d < 0.5$ である)

で示される2価のユウロピウムで活性化されたアルカリ土類金属オルト珪酸塩および／または



(式中、 $0.01 < x < 1.6$ 、

$0.005 < y < 0.5$ 、

$0 < a, b, c, d < 0.5$ である)

で示されるアルカリ土類金属オルト珪酸塩であり、この場合、有利にa、  
25 b、cおよびdの値のうちの少なくとも1つが $0.01$ より大きいことを特徴とする請求の範囲第1項に記載の発光装置。

4. 前記蛍光体は、前記発光素子を被覆する被覆部材に混入されていることを特徴とする請求の範囲第1項に記載の発光装置。

5. 前記被覆部材は、シリコーン樹脂からなることを特徴とする請求の

範囲第 4 項に記載の発光装置。

6 . 前記被覆部材は、エポキシ樹脂からなることを特徴とする請求の範囲第 4 項に記載の発光装置。

7 . 前記被覆部材は、低融点ガラスからなることを特徴とする請求の範囲第 4 項に記載の発光装置。

5 8 . 前記蛍光体は、前記発光素子を覆う被覆部材に混入され、前記被覆部材は、拡散剤が混入されていることを特徴とする請求の範囲第 4 項から第 7 項までのいずれか 1 項に記載の発光装置。

9 . 前記被覆部材は、さらに透明な第 2 の被覆部材により覆われたことを特徴とする請求の範囲第 4 項から第 8 項までのいずれか 1 項に記載の発光装置。

10 10 . 前記発光素子は、発光層にインジウムを含むことを特徴とする請求の範囲第 1 項に記載の発光装置。.

11 11 . 前記発光素子は、p 型クラッドと n 型クラッドに挟まれた発光層を備えたダブルヘテロ構造を有することを特徴とする請求の範囲第 1 項または第 10 項に記載の発光装置。

12 12 . 前記 p 型クラッドは、 $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$  (但し、 $0 < x < 1$ ) からなり、

20 前記 n 型クラッドは、 $\text{Al}_y\text{Ga}_{1-y}\text{N}$  (但し、 $0 \leq y < 1$ ) からなることを特徴とする請求の範囲第 11 項に記載の発光装置。

13 13 . 前記 p 型クラッドのバンドギャップは、前記 n 型クラッドのバンドギャップより大きいことを特徴とする請求の範囲第 11 項または第 12 項に記載の発光装置。

25 14 . 前記発光素子の発光層は、量子井戸構造からなることを特徴とする請求の範囲第 10 項に記載の発光装置。

15 15 . 前記量子井戸構造は、InGaN からなる井戸層と、GaN からなるバリア層からなることを特徴とする請求の範囲第 14 項に記載の発光装置。

16 16 . 前記量子井戸構造は、InGaN からなる井戸層と、AlGaN

からなるバリア層とからなることを特徴とする請求の範囲第14項に記載の発光装置。

17. 前記量子井戸構造は、AlInGaNからなる井戸層とAlInGaNからなるバリア層からなり、

5 前記バリア層のバンドギャップエネルギーは、前記井戸層のバンドギャップエネルギーより大きいことを特徴とする請求の範囲第14項に記載の発光装置。

18. 前記井戸層の厚みは、100Å以下であることを特徴とする請求の範囲第14項に記載の発光装置。

10 19. p型クラッド層および/またはn型クラッド層は、互いに組成が異なる窒化物半導体膜が積層された超格子構造からなることを特徴とする請求の範囲第1項に記載の発光装置。

20. 前記発光素子は、絶縁性の接着剤によりフレームに固定されていることを特徴とする請求の範囲第1項に記載の発光装置。

15 21. 前記接着剤は、透明であることを特徴とする請求の範囲第20項に記載の発光装置。

22. 前記接着剤は、前記アルカリ土類金属珪酸塩の群のいずれからなる前記蛍光体を含有することを特徴とする請求の範囲第20項または第21項に記載の発光装置。。

20 23. 前記接着剤は、白色であることを特徴とする請求の範囲第20項に記載の発光装置。

24. 前記発光素子は、透明基板上に窒化物半導体を気相成長されたものであることを特徴とする請求の範囲第1項に記載の発光装置。

25 25. 前記基板は、サファイアからなることを特徴とする請求の範囲第24項に記載の発光装置。

26. 前記発光素子は、反射層が形成されていることを特徴とする請求の範囲第24項に記載の発光装置。

27. 前記反射層は、発光層が積層されている基板の表面と反対側の表面に形成されていることを特徴とする請求の範囲第26項に記載の発光

装置。

28. 前記反射層は、A1からなることを特徴とする請求の範囲第27項に記載の発光装置。

29. 前記反射層は、GaN系の薄膜の多層膜からなることを特徴とする請求の範囲第24項に記載の発光装置。  
5

30. 前記発光素子の発光波長の半値幅は、50nm以下であることを特徴とする請求の範囲第1項に記載の発光装置。

31. 前記発光素子の発光波長の半値幅は、40nm以下であることを特徴とする請求の範囲第1項に記載の発光装置。

32. 前記発光素子のピーク発光波長は、380nmから500nmの範囲にあることを特徴とする請求の範囲第1項に記載の発光装置。  
10

33. 前記蛍光体の主発光波長は、前記発光素子の主ピーク発光波長より長いことを特徴とする請求の範囲第1項に記載の発光装置。

34. 前記発光素子は、前記発光素子から発光された光を導入して光出力面から出力する略矩形の導光板を備え、  
15

前記蛍光体は、前記導光板の前記光出力面上に面状に設けられたことを特徴とする請求の範囲第1項に記載の発光装置。

35. マウントリードのカップ内に配置させたGaN系半導体からなる発光素子と、  
20

前記発光素子が発光した光の一部を吸収し、その吸収した光の波長と異なる波長を有する光を発光する蛍光体と、

前記蛍光体を含有する封止剤を前記カップ内に充填させたコーティング部材と、

前記コーティング部材、前記発光素子及び前記マウントリードの先端を被覆するモールド部材とを備えた発光装置において、  
25

前記蛍光体は、アルカリ土類金属珪酸塩の群のいずれかからなることを特徴とする発光装置。

36. 筐体内にフリップチップ実装されたGaN系化合物半導体からなるLEDチップからなる発光素子と、

該 L E D チップが発光した光の一部を吸収し、その吸収した光の波長と異なる波長を有する光を発光する蛍光体と、

前記蛍光体を含有する透明封止剤により前記 L E D チップが配設された筐体内を充填するモールド部材とを有する発光装置において、

5 前記蛍光体は、アルカリ土類金属珪酸塩の群のいずれかからなり、前記 L E D チップが発光する光と前記蛍光体が発光する光との混合により白色光を放射するようにしたことを特徴とする発光装置。

3 7 . 前記発光素子は、一方の面側に p 側及び n 側電極を有し、メタルフレーム上に配置され、且つ p 電極及び n 電極はそれぞれ金線でワイヤボンドされ、前記金線を介して供給された電圧によって青色に発光することを特徴とする請求の範囲第 3 5 項または第 3 6 項に記載の発光装置。

3 8 . 前記発光素子は、前記カップ内に配置され、前記発光素子を覆うように且つ前記カップ上面縁部より低く前記蛍光体を配置したことを特徴とする請求の範囲第 3 5 項または第 3 6 項に記載の発光装置。

15 3 9 . 前記発光素子は、保護素子により静電気から保護されることを特徴とする請求の範囲第 1 項に記載の発光装置。

4 0 . 前記保護素子は、ツエナーダイオードまたはコンデンサであることを特徴とする請求の範囲第 3 9 項に記載の発光装置。.

4 1 . 前記保護素子は、ツエナーダイオードからなるサブマウントであり、

前記発光素子は、前記サブマウント上に配置され、かつ、周囲が前記蛍光体で覆われたことを特徴とする請求の範囲第 3 9 項に記載の発光装置。

25 4 2 . マウントリードのカップ内に配置させた G a N 系化合物半導体からなる発光素子と、

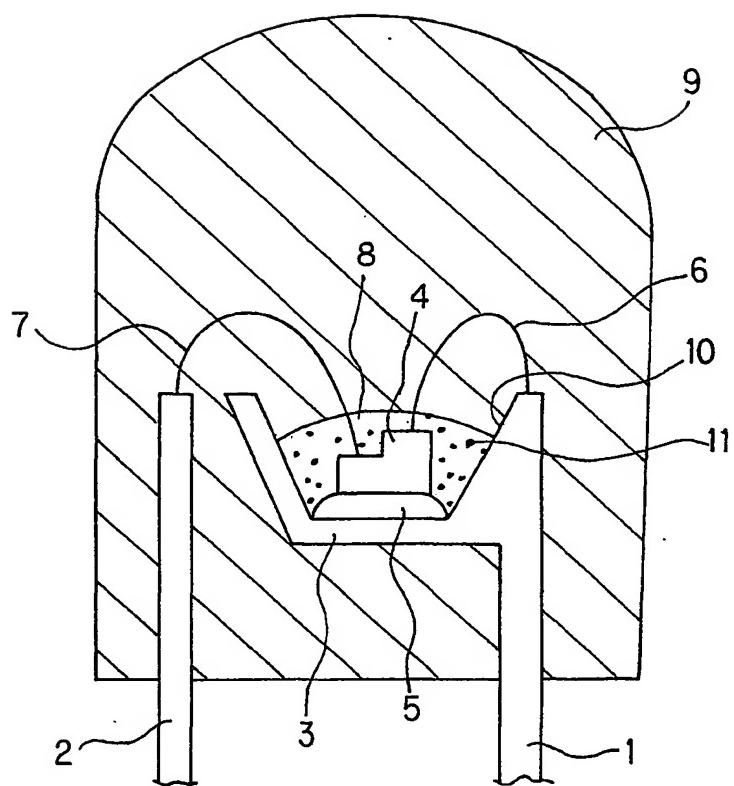
前記発光素子が発光した光の一部を吸収し、その吸収した光の波長と異なる波長を有する光を発光する蛍光体と、

前記発光素子及び前記マウントリードの先端を被覆するモールド部材とを備えた発光装置において、

前記蛍光体は、アルカリ土類金属珪酸塩の群のいずれかからなり、前記モールド部材を覆う蛍光カバーを構成する樹脂基材中に含有されていることを特徴とする発光装置。

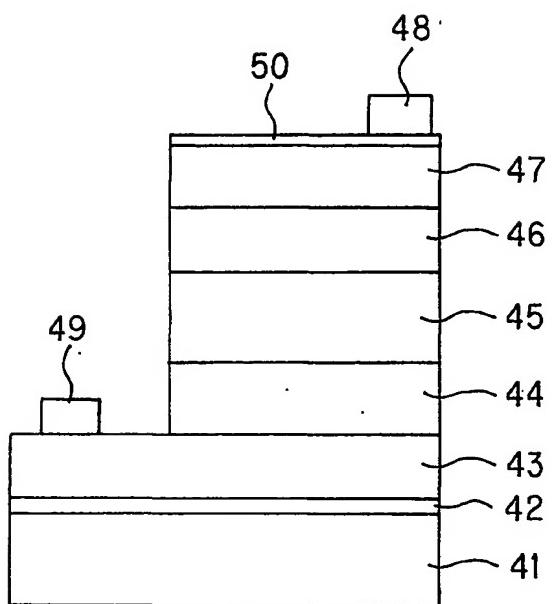
1/7

第 1 図



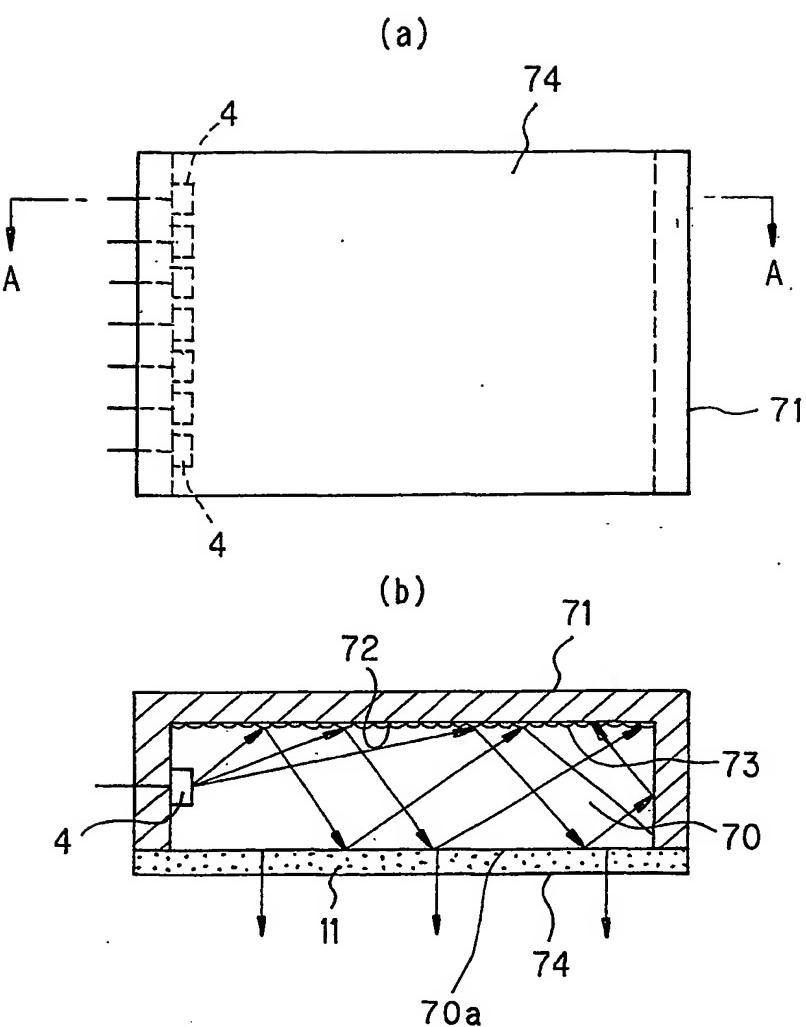
2/7

第 2 図



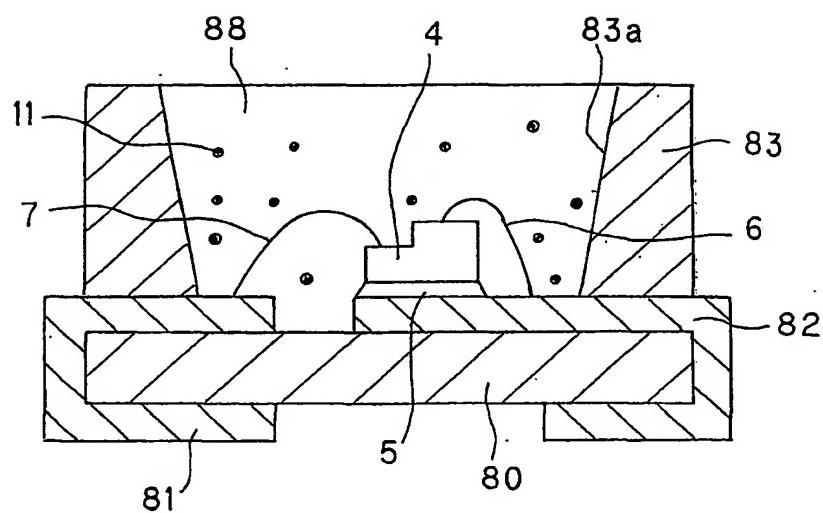
3/7

## 第3図



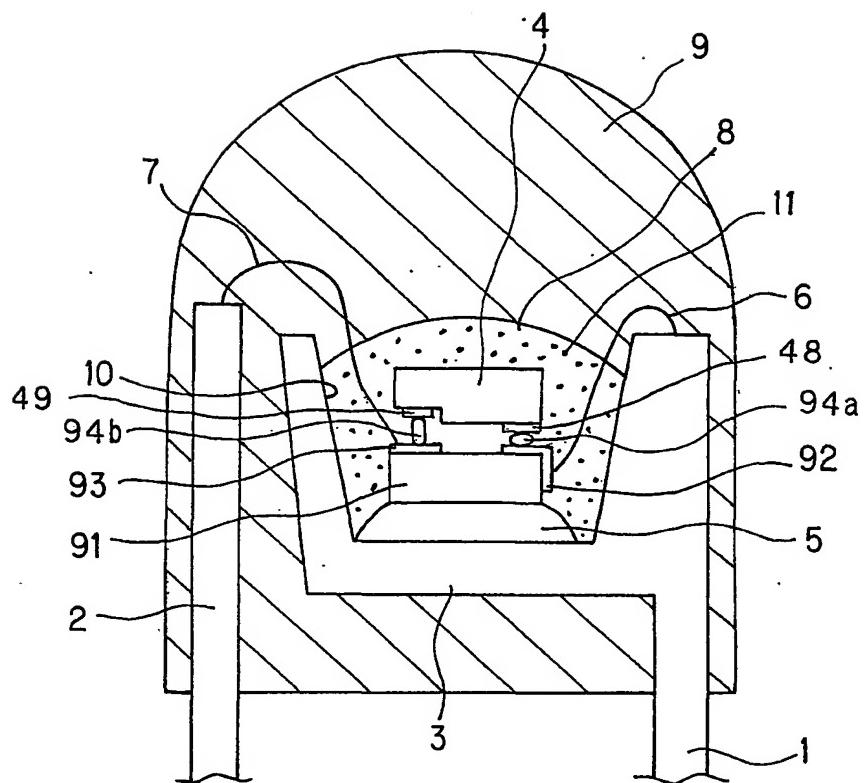
4 / 7

## 第 4 図



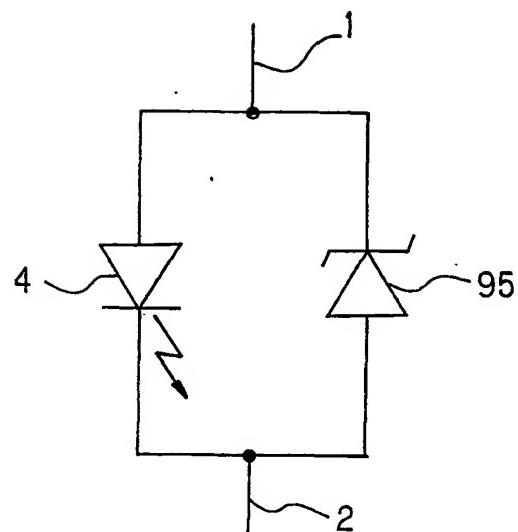
5/7

第 5 図

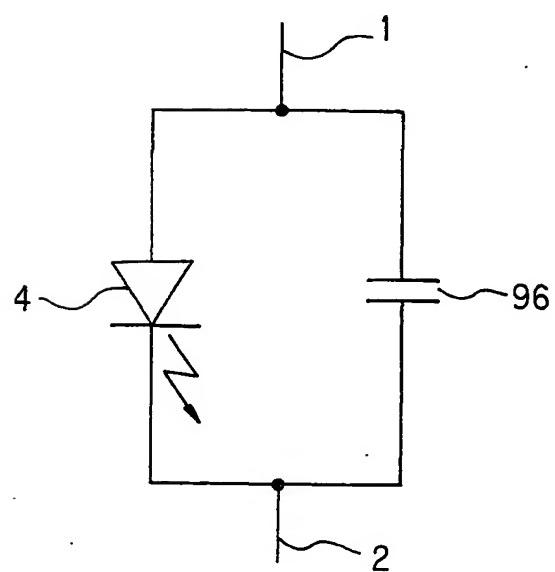


6/7

第 6 図

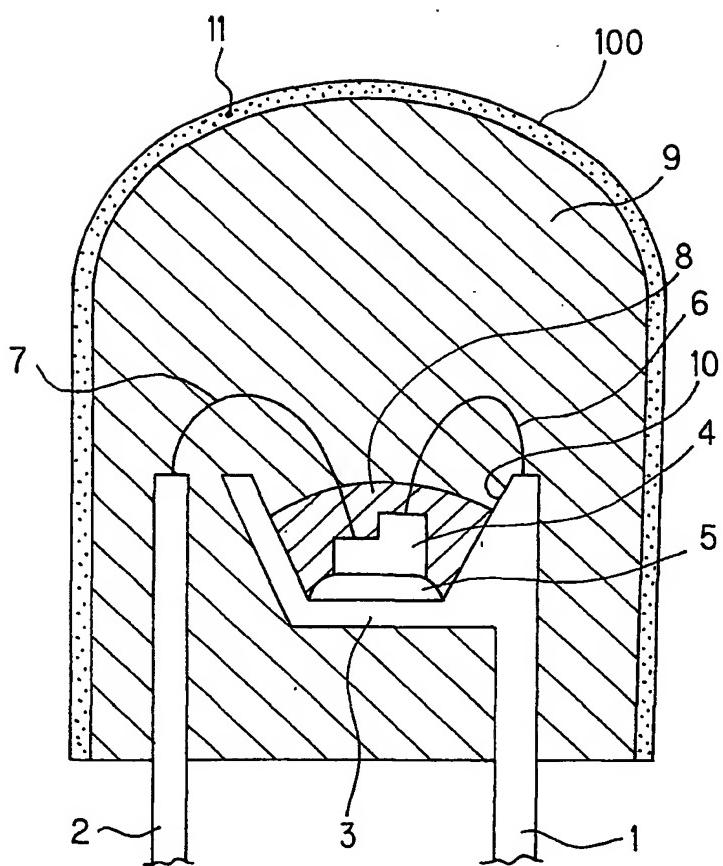


第 7 図



7/7

第 8 図



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP01/11628

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl<sup>7</sup> H01L33/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl<sup>7</sup> H01L33/00, C09K11/59

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2002
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2002	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2002

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP, 2000-49389, A (Sanken Electric Co., Ltd.), 18 February, 2000 (18.02.00), Par. Nos. [0023] to [0028]; Figs. 1, 2 (Family: none)	1, 2, 4-42
X	JP, 2907286, B1 (Sanken Electric Co., Ltd.), 21 June, 1999 (21.06.99), Par. Nos. [0007] to [0009]; Fig. 1 (Family: none)	1, 2, 4-42
Y	JP, 2000-345152, A (Nichia Chemical Industries, Ltd.), 12 December, 2000 (12.12.00), Full text; all drawings (Family: none)	1, 2, 4-42
A	JP, 2000-349345, A (Matsushita Electronics Corp.), 15 December, 2000 (15.12.00), Full text; all drawings (Family: none)	1-42

 Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	
"A"	document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E"	earlier document but published on or after the international filing date
"L"	document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O"	document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P"	document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T"	later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X"	document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y"	document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&"	document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search 14 March, 2002 (14.03.02)	Date of mailing of the international search report 02 April, 2002 (02.04.02)
--	---

Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP01/11628

## C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP, 2000-269555, A (Citizen Electronic Co., Ltd.), 29 September, 2000 (29.09.00), Full text; all drawings (Family: none)	1-42
A	WO, 00/58665, A1 (Rohm Co., Ltd.), 05 October, 2000 (05.10.00), Full text; all drawings & EP 1167872 A1 & JP 2000-248280 A	1-42
A	WO, 00/05078, A1 (Nichia Chemical Industries, Ltd.), 05 February, 1998 (05.02.98), Full text; all drawings & AU 3635597 A & BR 9710792 A & CN 1268250 A & DE 602929 A & JP 2000-208815 A & TW 383508 A & US 5998925 A	1-42
A	JP, 2001-217461, A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 10 August, 2001 (10.08.01), Full text; all drawings (Family: none)	1-42
A	JP, 2000-174346, A (Mitsubishi Cable Industries, Ltd.), 23 June, 2000 (23.06.00), Full text; all drawings (Family: none)	1-42
A	Shuji NAKAMURA et al., "Characteristics of InGaN multi-quantum-well-structure laser diodes", Applied Physics Letters, 1996, Vol.68, No.23, pages 3269 to 3271	1-42

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP01/11628

**Box I Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 1 of first sheet)**

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1.  Claims Nos.:  
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
  
2.  Claims Nos.:  
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
  
3.  Claims Nos.:  
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

**Box II Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 2 of first sheet)**

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

The inventions according to claims 1 and 2 were already known to the public at the time when the present application was filed. Therefore, fifteen inventions of claims 1 and 2, claim 3, claims 4 to 9, claims 10 to 18, claim 19, claim 20, claims 20 to 23, claims 24 to 29, claim 30, claim 31, claim 32, claim 33, claim 34, claim 35 to 41 and claim 42 do not comply with the requirement of unity of invention.

1.  As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2.  As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3.  As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
  
4.  No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

**Remark on Protest**     The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.

No protest accompanied the payment of additional search fees.

## A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int. C1' H01L 33/00

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int. C1' H01L 33/00 C09K11/59

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年  
 日本国公開実用新案公報 1971-2002年  
 日本国登録実用新案公報 1994-2002年  
 日本国実用新案登録公報 1996-2002年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP 2000-49389 A(サンケン電気株式会社) 2000.02.18 段落23-28, 図1, 2 (ファミリーなし)	1, 2, 4-42
X	JP 2907286 B1(サンケン電気株式会社) 1999.06.21 段落7-9, 図1 (ファミリーなし)	1, 2, 4-42
Y	JP 2000-345152 A(日亜化学工業株式会社) 2000.12.12 全文, 全図 (ファミリーなし)	1, 2, 4-42

 C欄の続きにも文献が列挙されている。 パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）  
 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

## の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

## 国際調査を完了した日

14.03.02

## 国際調査報告の発送日

02.04.02

## 国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

## 特許庁審査官（権限のある職員）

吉野 三寛

2K 9814



電話番号 03-3581-1101 内線 3253

C(続き)	関連すると認められる文献	関連する 請求の範囲の番号
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	
A	JP 2000-349345 A(松下電子工業株式会社)2000.12.15 全文,全図(ファミリーなし)	1-42
A	JP 2000-269555 A(株式会社シチズン電子)2000.09.29 全文,全図(ファミリーなし)	1-42
A	WO 00/58665 A1(ローム株式会社)2000.10.05 全文,全図 & EP 1167872 A1 & JP 2000-248280 A	1-42
A	WO 00/05078 A1(日亜化学工業株式会社)1998.02.05 全文,全図 & AU 3635597 A & BR 9710792 A & CN 1268250 A & DE 602929 A & JP 2000-208815 A & TW 383508 A & US 5998925 A	1-42
A	JP 2001-217461 A(松下電器産業株式会社)2001.08.10 全文,全図(ファミリーなし)	1-42
A	JP 2000-174346 A(三菱電線工業株式会社)2000.06.23 全文,全図(ファミリーなし)	1-42
A	Shuji Nakamura et al. 'Characteristics of InGaN multi-quantum-well-structure laser diodes' Applied Physics Letters, 1996, Vol. 68 No. 23, p. 3269-3271	1-42

**第I欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第1ページの2の続き）**

法第8条第3項（PCT17条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1.  請求の範囲 \_\_\_\_\_ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。つまり、
2.  請求の範囲 \_\_\_\_\_ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3.  請求の範囲 \_\_\_\_\_ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

**第II欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）**

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるとこの国際調査機関は認めた。

請求の範囲1、2に記載の発明は、出願当時公知であるから、請求の範囲1、2、請求の範囲3、請求の範囲4-9、請求の範囲10-18、請求の範囲19、請求の範囲20、請求の範囲20-23、請求の範囲24-29、請求の範囲30、請求の範囲31、請求の範囲32、請求の範囲33、請求の範囲34、請求の範囲35-41、請求の範囲42の15発明は、単一性を有しない。

1.  出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求の範囲について作成した。
2.  追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求の範囲について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3.  出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求の範囲のみについて作成した。
4.  出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求の範囲について作成した。

**追加調査手数料の異議の申立てに関する注意**

- 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあった。
- 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがなかった。